

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068784

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.CI.

H03H 9/64  
H03H 3/10

(21)Application number : 10-238891

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.08.1998

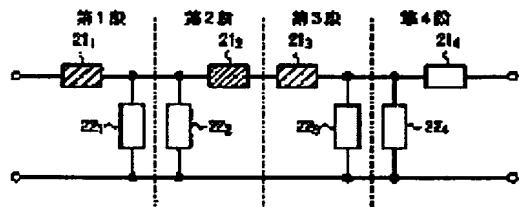
(72)Inventor : INOSE NAOTO  
WU HOKU HOA

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To secure a wide attenuating area without sacrificing the insertion loss of a pass band in a surface acoustic wave(SAW) filter.

**SOLUTION:** Plural serial arm SAW resonators 211-214 and parallel arm SAW resonators 221-224 are connected in a multistage ladder shape in order to secure an attenuating quantity in the attenuating area. The serial arm SAW resonators 211-213 among the resonators are mutually different in the thickness of an insulating film laminated on electrodes for constituting them and the insulating film is not laminated on the serial arm SAW resonators 214. Thus, sound speed is different in the respective serial arm SAW resonators 211-214 in the respective stages and attenuating poles are respectively deviated. Therefore, the attenuating area at a high area side in the pass band of the SAW filter is widened.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-68784  
(P2000-68784A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 H 9/64  
3/10

識別記号

F I

H 0 3 H 9/64  
3/10

コード(参考)

Z 5 J 0 9 7

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全8頁)

(21)出願番号

特願平10-238891

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(22)出願日

平成10年8月25日(1998.8.25)

(72)発明者 猪瀬 直人

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 ウー・ホク・ホア

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(74)代理人 100086807

弁理士 植木 基成

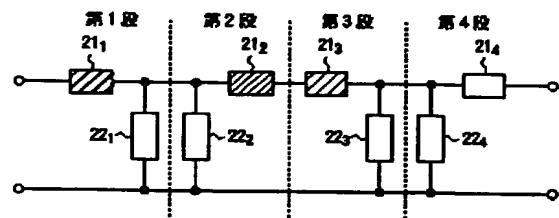
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【課題】 弹性表面波(SAW)フィルタにおける通過域の挿入損失を犠牲にせずに、広い減衰域を確保する。

【解決手段】 SAWフィルタの減衰域における減衰量を確保するために、複数数の直列腕SAW共振子 $21_1 \sim 21_4$ と、並列腕SAW共振子 $22_1 \sim 22_4$ が多段階型に接続されている。これらのSAW共振子のうちの直列腕SAW共振子 $21_1 \sim 21_3$ は、これらを構成する電極の上に堆積された絶縁膜の膜厚が互いに異なり、直列腕SAW共振子 $21_4$ には、その絶縁膜が堆積されていない。これにより、各段の直列腕SAW共振子 $21_1 \sim 21_4$ での音速が異なり、減衰極がそれぞれ異なる。そのため、SAWフィルタの通過域の高域側の減衰域が広がる。



$21_1 \sim 21_4$ : 直列腕 SAW 共振子  
 $22_1 \sim 22_4$ : 並列腕 SAW 共振子

本発明の実施形態の多段階型 SAW フィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体或いは強誘電体単結晶基板上に電極となる金属或いは合金が蒸着されて形成された 1 端子対弹性表面波共振子でそれぞれ構成された複数の直列腕弹性表面波共振子及び並列腕弹性表面波共振子を多段の梯型に接続したフィルタであって、周波数の所定の位置に通過帯域と減衰帯域とを持つ弹性表面波フィルタにおいて、

前記各直列腕弹性表面波共振子の電極上には、適宜に膜厚が異なる絶縁膜がそれぞれ堆積され、該各直列腕弹性表面波共振子における共振周波数は、該絶縁膜の膜厚によって前記梯型の各段ごとにずれていることを特徴とする弹性表面波フィルタ。

【請求項 2】 前記金属或いは合金は、A 1 或いは A 1 合金で構成し、前記複数の直列腕弹性表面波共振子のう

$$(\alpha \pm \gamma) \times (\text{減衰帯域の周波数 (MHz)} \times \beta) / (\text{段数} - 1) [\text{\AA}]$$

(1)

【請求項 5】 前記電極を前記 A 1 で構成すると共に前記絶縁膜を SiO<sub>2</sub>で構成した場合の前記係数  $\alpha$  は 2.7.3 とし、前記係数  $\beta$  は 0.6 とし、前記誤差は 5 としたことを特徴とする請求項 4 記載の弹性表面波フィルタ。

【請求項 6】 前記圧電体或いは強誘電体単結晶基板は、LiNbO<sub>3</sub> 単結晶基板または LiTaO<sub>3</sub> 単結晶基板で構成したことを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の弹性表面波フィルタ。

【請求項 7】 前記 LiTaO<sub>3</sub> 単結晶基板は、結晶方位が 36° Y-X または X-112° Y であることを特徴とする請求項 6 記載の弹性表面波フィルタ。

【請求項 8】 前記 LiNbO<sub>3</sub> 単結晶基板は、結晶方位が 41° Y-X、64° Y-X または 128° Y-X であることを特徴とする請求項 6 記載の弹性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電体或いは強誘電体の基板に電極が形成された 1 端子対弹性表面波（以下、SAW という）共振子を多段の梯型に接続した SAW フィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、SAW 共振子を用いた SAW フィルタに関する技術としては、例えば次のような文献に記載されたものがある。

文献 1：電子情報通信学会論文誌 A、J76-A [2] (1993-2)、佐藤 他著 “SAW 共振器を用いた低損失帯域フィルタ” P. 245-252

文献 2：電子情報通信学会論文誌 A、J76-A [2] (1993-2)、疋田 他著 “移動無線通信機用 SAW フィルタの実験” P. 233-244

【0003】 図 2 (a), (b) は、従来の SAW 共振

ちの前記梯型の 1 段目から最終段の 1 つ手前の段までの共振子の電極上に、膜厚が異なり比重が 2 以上 3 以下で熱膨脹率が 20 以下の前記絶縁膜を堆積したことを特徴とする請求項 1 記載の弹性表面波フィルタ。

【請求項 3】 前記直列腕弹性表面波共振子の電極上に堆積する前記絶縁膜の膜厚は、前記梯型の第 1 段目から後段にいくに従って減少する構成にしたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の弹性表面波フィルタ。

【請求項 4】 前記絶縁膜の膜厚は、前記直列腕弹性表面波共振子の前記多段の梯型における段数に応じて、前記電極を構成する金属或いは合金の比重及び前記絶縁膜の比重から求めた係数を  $\alpha$  及び  $\beta$  とともに許容誤差を  $\gamma$  として表した次の (1) 式で求めた膜厚にしたことを特徴とする請求項 3 記載の弹性表面波フィルタ。

子の構造及び等価回路を示す図である。この SAW 共振子は、基板 1 上に形成され、SAW を送受するためのすだれ状電極（以下、IDT という）2 を有している。IDT 2 の両側には、IDT 2 の両側には、金属ストリップで形成されたグレーティング反射器 3 が必要に応じて配置されている。基板 1 は、例えば結晶方位が 36° Y-X の LiTaO<sub>3</sub> 単結晶基板等で構成され、IDT 2 及び反射器 3 は該基板 1 に蒸着された A 1 薄膜等で構成されている。SAW 共振子の等価回路は、例えば図 3 (b) のように、1 対の端子間に直列に接続されたインダクタ 4 及びキャパシタ 5 と、これらに並列のキャパシタ 6 とで表すことができる。

【0004】 図 3 (a), (b) は、前記文献 1 に記載された従来の 1 段定 K 型 SAW フィルタの原理を示す説明図である。多段梯型 SAW フィルタの基本構成は、図 3 (a) の 1 段定 K 型 SAW フィルタ 10 である。この 1 段定 K 型 SAW フィルタ 10 は、図 2 (a), (b) の SAW 共振子を直列腕共振子 11 及び並列腕共振子 12 として梯型に接続したフィルタである。定 K 型フィルタの理論により、図 3 (b) のように、直列腕共振子 11 の共振周波数と並列腕共振子 12 の反共振周波数を一致させることにより、通過域とそれを挟む減衰域とを持つような周波数特性が得られ、帯域フィルタが形成できる。以上のような 1 段定 K 型 SAW フィルタ 10 では、十分な減衰量が得難いので、通常、次の図 4 のように、図 2 の SAW フィルタ 10 を多段に接続して用いる。

【0005】 図 4 は、従来の多段定 K 型 SAW フィルタの例を示す接続図である。この多段定 K 型 SAW フィルタは、図 3 (a) の一段定 K 型 SAW フィルタ 10 を多段の例えば 4 段に継続接続したものであり、各段の直列腕共振子及び並列腕共振子 12 の共振周波数は共に同じにそれぞれ設定されている。但し、小型化のため、隣接する直列腕共振子同士、及び隣接する並列腕共振子同士

を回路網的に合成し、同一の共振周波数であるが異なる共振子に置換する場合もある。図5 (a) ~ (e) は、図4のSAWフィルタの製造工程を示す図である。図4のSAWフィルタは、例えば図5 (a) ~ (e) の工程を経て形成される。まず、図5 (a) の工程では、結晶方位が $36^{\circ}$  Y-XのLiTaO<sub>3</sub> 単結晶基板1を用意し、該基板1のパターン形成予定面にレジスト13をスピンドルコートで塗布する。図5 (b) の工程において、レジスト13が塗布された基板1に対して光学マスク14を設定し、光15で露光することにより、レジスト13にSAWフィルタのパターンを転写する。図5 (c) の工程において、現像で不要なレジスト13を選択的に除去する。図5 (d) の工程において、不要なレジスト13が除去された基板1の上全面に、SAW共振子の電極となるA1薄膜16を蒸着する。図5 (e) の工程において、有機溶剤を用いて、A1薄膜14の不要な部分をレジスト13と共に除去する。

#### 【0006】

**【発明が解決しようとする課題】**しかしながら、従来の図4のSAWフィルタには、次のような課題があった。図6は、図4の課題の周波数特性を示す図である。従来の図4の多段定K型のSAWフィルタでは、各段の直列腕共振子がすべて同じ共振周波数を持ち、かつ、各段の並列腕共振子もすべて同じ共振周波数を持つ構成なので、同一周波数で減衰極が重なり、図6のように、狭い周波数範囲では十分な減衰量が得られるが、広範囲で十分な減衰量を確保することが難しい。これを解決して広い帯域に渡って十分な減衰量を得るために、図3 (a), (b) の1段梯型SAWフィルタ10をさらに多くの段数に継続接続しなければならなかった。ところが、継続接続する段数を増加させることは、素子数が増加するばかりでなく、通過域での損失を増加させることになり、技術的に満足できるものが得られなかつた。また、継続接続する段数を増加させず、広い周波数に渡って十分な減衰量を得るために、直列腕の制動容量を減じるか、並列腕の制動容量を増やして共振子のQを下げる方法も考えらるが、通過域での損失も増加する。

**【0007】**図7は、多段定K型SAWフィルタの他の例を示す接続図であり、図8は、図7の周波数特性を示す図である。このSAWフィルタは、図4のSAWフィルタの直列腕の端部に新たなSAW共振子17を接続したフィルタである。共振周波数が各直列腕SAW共振子とは異なるSAW共振子17を接続することにより、減衰域が通過域より高い周波数に設定されている場合、図8のように、周波数の異なる減衰極が追加され、減衰域における減衰量を稼ぐことができるが、通過域における挿入損失が増加するという問題がある。また、この場合にも、素子数が増加するということになり、チップサイズが増加することになる。

$$(\alpha \pm \gamma) \times (\text{減衰帯域の周波数 (MHz)} \times \beta) / (\text{段数} - 1) [A]$$

**【0008】**一方、前記文献2には、次の図9のようにな、複数の直列SAW共振子が接続された帯域阻止型フィルタが記載されている。図9は、従来の帯域阻止型フィルタを示す接続図であり、図10は、図9の周波数特性を示す図である。図9のフィルタでは、複数のSAW共振子111, 112, …, 115が直列腕として接続され、該各直列腕SAW共振子111～115の共振周波数f<sub>01</sub>, f<sub>02</sub>, f<sub>03</sub>, f<sub>04</sub>, f<sub>05</sub>は、それぞれ異なっている。この直列腕のSAW共振子111～115が接続された帯域阻止型フィルタの周波数特性では、各SAW共振子111～115による減衰極がすべて異なり、広帯域の減衰域にできるが、通過域でこれらのSAW共振子111～115の制動容量が直列に接続されることにより、全体の制動容量が小さくなる。よって、直列腕のSAW共振子111～115の対数、及び各電極の交差長を非常に大きくしないと、通過域での挿入損失が増加する。即ち、チップサイズが大きくなるか、通過域の低域での挿入損失が増加するという課題があった。

#### 【0009】

**【課題を解決するための手段】**前記課題を解決するためには、本発明のうちの第1の発明は、圧電体或いは強誘電体単結晶基板上に電極となる金属或いは合金が蒸着されて形成された1端子対SAW共振子でそれぞれ構成される複数の直列腕SAW共振子及び並列腕SAW共振子を多段の梯型に接続して構成したフィルタであって、周波数の所定の位置に通過帯域と減衰帯域を持つSAWフィルタにおいて、次のような構成にしている。即ち、前記各直列腕SAW共振子の電極上には、適宜に膜厚が異なる絶縁膜がそれぞれ堆積され、該各直列腕SAW共振子における共振周波数は、該絶縁膜の膜厚によって前記梯型の各段ごとにずれている。第2の発明では、第1の発明のSAWフィルタにおいて、次のような構成にしている。即ち、前記金属或いは合金は、A1及びA1合金で構成し、複数の直列腕SAW共振子のうちの前記梯型の1段目から最終段の1つ手前の段までの共振子の電極上に、膜厚が異なり比重が2以上3以下で熱膨脹率が20以下の前記絶縁膜を堆積している。

**【0010】**第3の発明では、第1または第2の発明のSAWフィルタにおいて、前記直列腕SAW共振子の電極上に堆積する前記絶縁膜の膜厚は、前記梯型の第1段目から後段にいくに従って減少する構成にしている。第4の発明では、第3の発明のSAWフィルタにおいて、次のような構成にしている。即ち、前記絶縁膜の膜厚は、前記直列腕SAW共振子の前記多段の梯型における段数に応じて、前記電極を構成する金属または合金の比重及び前記絶縁膜の比重から求めた係数を $\alpha$ 及び $\beta$ とすると共に許容誤差を $\gamma$ として表した次式で求めた膜厚としている。

第5の発明では、第4の発明における前記電極をA1で構成すると共に前記絶縁膜をSiO<sub>2</sub>で構成した場合の前記係数αは27.3とし、前記係数βは0.6とし、前記誤差は5としている。

【0011】第6の発明では、第1～第5の発明のSAWフィルタにおいて、前記圧電体或は強誘電体単結晶基板は、LiNbO<sub>3</sub>単結晶基板またはLiTaO<sub>3</sub>単結晶基板で構成している。第7の発明では、第6の発明のSAWフィルタにおいて、前記LiTaO<sub>3</sub>単結晶基板の結晶方位は36°Y-XまたはX-112°Yにしており、第8の発明は、第6の発明のSAWフィルタにおいて、前記LiNbO<sub>3</sub>単結晶基板の結晶方位は41°Y-X、64°Y-Xまたは128°Y-Xをしている。第1～第8の発明によれば、以上のようにSAWフィルタを構成したので、複数の直列腕SAW共振子の共振周波数は、電極上に適宜堆積された絶縁膜の膜厚によって、各段ごとにそれぞれずらされる。よって、これらの各SAW共振子における音速が変化し、減衰極がずれる。そのため、通過域の高域側に広い減衰域を持つSAWフィルタを構成でき、前記課題を解決できるのである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態を示す多段梯型SAWフィルタの接続図である。この多段梯型SAWフィルタは、1段梯型SAWフィルタを第1～4段の4段に継続接続したものであり、多段梯型の直列腕となる直列腕SAW共振子211、212、213、214と、梯型の並列腕となる並列腕SAW共振子221、222、223、224などで構成されている。各直列腕SAW共振子211～214は、図3のように、基板に電極となる金属が蒸着されてそれぞれ形成されているが、各並列腕SAW共振子221～224と、直列腕SAW共振子211～213の電極上には、絶縁膜のSiO<sub>2</sub>がそれぞれ堆積されている。さらに、各直列腕SAW共振子211～213の電極上の絶縁膜SiO<sub>2</sub>の膜厚は、それぞれ異なっている。直列腕SAW共振子214の上には、絶縁膜SiO<sub>2</sub>が堆積されていない。

【0013】図11(a)～(i)は、図1のSAWフィルタの製造工程の概要を示す断面図である。図1のSAWフィルタは、図11(a)～(e)に示される工程を行い、さらに、図11(f)～(i)の工程を繰り返すことによって形成される。まず、図11(a)の工程において、結晶方位が例えば36°Y-XのLiTaO<sub>3</sub>単結晶基板31を用意し、該基板31のパターン形成予定面にレジスト32をスピンドルコートで塗布する。図11(b)の工程において、レジスト32が塗布された基板31に対して光学マスク33を設定し、光34で露光することにより、レジスト32にSAWフィルタのパターンを転写する。図11(c)の工程において、現像で不要なレジスト32を選択的に除去する。図11(d)の

工程において、不要なレジスト32が除去された基板31の上の直列腕SAW共振子211～214の形成予定領域と、並列腕のSAW共振子221～224の形成予定領域に、電極となる例えはA1の薄膜35を蒸着する。図11(e)の工程において、有機溶剤を用いて、薄膜35の不要な部分をレジスト32と共に除去する。以上の工程によって、直列腕SAW共振子211～214の電極と並列腕SAW共振子221～224の電極が形成される。

【0014】図11(f)の工程において、電極が形成された基板31上に、レジスト36をスピンドルコートで塗布し、光学マスクを用いて絶縁膜SiO<sub>2</sub>のパターンをレジスト36上に転写する。図11(g)の工程において、現像によって不要なレジスト36を除去する。図11(h)の工程において、絶縁膜SiO<sub>2</sub>37を、1段目の直列腕SAW共振子211の電極上にスパッタ等で蒸着する。図11(i)の工程において、有機溶剤を用いて不要な絶縁膜37を、レジスト36と共に除去する。以降、SiO<sub>2</sub>の絶縁膜37の膜厚を薄くしながら、図11(f)～(i)の工程を繰り返し、SAW共振子221、223の電極上に、絶縁膜37を堆積する。このような構成の図1の多段SAWフィルタは、各直列腕SAW共振子211～214及び並列腕SAW共振子221～224によって設定された周波数特性を持ち、バンドパスフィルタとして動作する。

【0015】図12は、図1のSAWフィルタの周波数特性を示す図である。この図12を参照しつつ、図1の帯域を説明する。直列腕SAW共振子211～214の共振周波数をそれぞれf<sub>rs1</sub>～f<sub>rs4</sub>とすると共に反共振周波数をそれぞれf<sub>as1</sub>～f<sub>as4</sub>とし、並列腕SAW共振子221～224の共振周波数をそれぞれf<sub>rpl</sub>～f<sub>rpl</sub>4とすると共に反共振周波数をそれぞれf<sub>apl</sub>～f<sub>apl</sub>4とすると、これらの関係は、次のようになる。

$$\begin{aligned} f_{rs1} &= f_{as1} \\ f_{rs2} &> f_{ap2} \\ f_{rs3} &> f_{ap3} \\ f_{rs4} &> f_{ap4} \\ f_{rs4} &> f_{rs3} > f_{rs2} > f_{rs1} \\ f_{rpl} &= f_{rpl} = f_{rpl} = f_{rpl} \\ f_{apl} &= f_{apl} = f_{apl} = f_{apl} \end{aligned}$$

つまり、梯型の1段目の直列腕SAW共振子211の共振周波数と1段目の並列腕SAW共振子221の反共振周波数とが等しく、後段にいくにつれて直列腕SAW共振子の共振周波数が並列腕SAW共振子の反共振周波数よりも高くなる。よって、1段目は定K型構成であるが、2段目以降は定K型構成よりも高周波側に広い帯域を持つ1段梯型フィルタとなる。

【0016】ここで、図1のSAWフィルタ全体は、1段目～4段目までの1段梯型フィルタを継続接続したも

のなので、各直列腕SAW共振子211～214の異なる共振周波数で決まる減衰極が合成されることになり、段数を増加させなくても、図12のように高域側の減衰域が広がる。なお、 $f_{rs2} \neq f_{ap2}$ 、 $f_{rs3} \neq f_{ap3}$ 、及び $f_{rs4} \neq f_{ap4}$ になって定K型フィルタの条件から外れることにより、通過域における挿入損失が若干増えるが、各段の周波数シフトが小さいので、段数を増加させることよりも、挿入損失による劣化は少ない。即ち、SAW共振子の電極上に絶縁膜37を堆積することにより、SAW共振子における音速が下がり、共振周波数が低い方にシフトし、減衰域も低い方の周波数にシフトする。図1のように、絶縁膜37の膜厚を変化させることにより、各直列腕SAW共振子211～214の共振周波数が異なり、これらSAW共振子211～214で設定される減衰極の周波数が異なるので、フィルタ全体としての減衰域が広がる。

$$(\alpha \pm \gamma) \times (\text{減衰帯域 (MHz)} \times \beta) / (\text{段数} - 1) \quad [\text{A}] \\ \dots \quad (1)$$

但し、 $\alpha$ 及び $\beta$ は、A1の比重を2.69、絶縁膜37をSiO<sub>2</sub>とした場合の係数であり、具体的には、 $\alpha$ は27.3であり、 $\beta$ は0.6である。なお、許容誤差として5程度の $\gamma$ を、 $\alpha$ に対して加算または減算するようして(1)式を適用するのが実用的である。

【0018】以上のように、本実施形態では、直列腕SAW共振子211～214および並列腕SAW共振子221～224を梯型に接続した多段梯型SAWフィルタにおいて、SAW共振子214以外の共振子の電極の上に、膜厚の異なる絶縁膜37を堆積し、各直列腕SAW共振子211～213上の絶縁膜37の膜厚を順に変化させたので、共振子の音速が異なって低下し、各直列腕SAW共振子211～214の減衰極が異なる周波数にシフトし、高域側における減衰域が広くなる。よって、次のような利点が得られる。

(i) 1段梯型フィルタの系統接続数が少くとも、所望幅の減衰域が得られるので、結果として低損失のフィルタを実現できる。

(ii) 減衰域が広帯域化されるので、直列腕の最後尾に別途減衰極を形成するためのSAW共振子を設ける必要がなくなり、チップサイズを小さくできる。

(iii) 直列腕SAW共振子211～214の絶縁膜37の膜厚を変化させたので、各共振子の対数が同じで、同じ交差長の共振子であっても、不要な他の振動モードや縦或は横モード等のスプリアスマードの周波数が、各直列腕SAW共振子211～214毎に異なり、通過域や減衰域への影響が小さい。

(iv) 図9のような帯域阻止型フィルタの場合に比較して、共振子の対数、交差長を大きくする必要がないので、チップサイズが小さくてすむ。

【0019】(v) 図9のような帯域阻止型フィルタの場合に比較して、通過域低域側での挿入損失の増加を

【0017】例えば結晶方位が3.6° Y-XのLiTaO<sub>3</sub>単結晶基板31に、4段構成で比帶域が2.84%の減衰域を得る場合、2～4段目の直列腕SAW共振子212～214のそれぞれの比帶域を0.57%シフトすると所望の帯域幅の減衰域が得られる。SiO<sub>2</sub>を、 $h/\lambda$  ( $h$ は膜厚、 $\lambda$ は波長) = 0.01075堆積すると比帶域が0.57%シフトするので、直列腕SAW共振子21s1に $h/\lambda$  = 0.03226、SAW共振子21s2に $h/\lambda$  = 0.02150、SAW共振子21s3に $h/\lambda$  = 0.01075をそれぞれ堆積し、SAW共振子21s4の電極上には、絶縁膜37を堆積しないようにすると、最も特性に優れたSAWフィルタとなる。これは、各SAW共振子211～213の電極上に堆積するSiO<sub>2</sub>の絶縁膜37を、次の(1)式で表す分だけ変化させたことに相当する。

$$\dots \quad (1)$$

防止できる。

(vi) 直列腕SAW共振子211～213ごとに、絶縁膜37の膜厚を変更するだけで実現でき、特別に複雑な工程を必要としないので、従来の製造設備をそのまま利用できる。

(vii) 直列腕SAW共振子211～213及び並列腕SAW共振子221～224の電極がSiO<sub>2</sub>の絶縁膜37で保護されるので、歩留まりが向上すると共に、各SAW共振子211～213、221～224のストレスマイグレーションが抑えられ、耐電力が改善できる。

(viii) 直列腕SAW共振子211～213のパターンのばらつきによる周波数のばらつきが、絶縁膜37の膜厚で調整することで抑えることができる。

【0020】なお、本発明は、上記実施形態に限定されず種々の変形が可能である。その変形例としては、例えば次のようなものがある。

(1) SAWフィルタのバーニングをするに際し、リフトオフの替りに、エッチングを利用してよい。

(2) 基板31は、結晶方位が4.1° Y-X、6.4° Y-Xまたは12.8° Y-XのLiNbO<sub>3</sub>単結晶基板や、X-11.2° YのLiTaO<sub>3</sub>単結晶基板を用いてよい。

(3) SAW共振子211～214、221～224の電極は、A1でなくともよい。適宜、Cu、Ti、Sn、Ni、Auに選択を替えてよい。

(4) 異なった膜厚の絶縁膜37を堆積する場合に、リフトオフの代わりに、エッチングを用いてよい。

(5) 絶縁膜37として、比重が2.4程度で熱膨脹率が1.5のSiO<sub>2</sub>を用いたが、比重が2以上3以下で、熱膨脹率が2.0以下の他の材料を用いた場合でも、上記実施形態と同様に、広い減衰域を有しつつ絶縁膜にクラックの入らないSAWフィルタを実現できる。

### 【0021】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、第1～第8の発明は、直列腕SAW共振子の共振周波数を、電極上に堆積した絶縁膜の膜厚の違いによって各段ごとにずらした構成にしたので、該各SAW共振子における音速が変化し、減衰極がずれる。そのため、挿入損失を犠牲にすることや、素子数を増加させることなく、該通過域の高域側に設定される減衰域の周波数帯域を広げることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す多段梯型SAWフィルタの接続図である。

【図2】従来のSAW共振子の構造及び等価回路を示す図である。

【図3】従来の1段定K型SAWフィルタの原理を示す説明図である。

【図4】従来の多段定K型SAWフィルタを示す接続図である。

【図5】図4のSAWフィルタの製造工程を示す図である。

る。

【図6】図4のSAWフィルタの課題の周波数特性を示す図である。

【図7】多段定K型SAWフィルタの他の例を示す接続図である。

【図8】図7の周波数特性を示す図である。

【図9】従来の帯域阻止型フィルタを示す接続図である。

【図10】図9の周波数特性を示す図である。

【図11】図1のSAWフィルタの製造工程の概要を示す断面図である。

【図12】図1のSAWフィルタの周波数特性を示す図である。

#### 【符号の説明】

211～214：直列腕SAW共振子

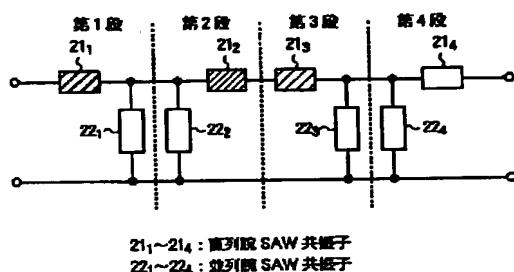
221～224：並列腕SAW共振子

31 基板

35 電極

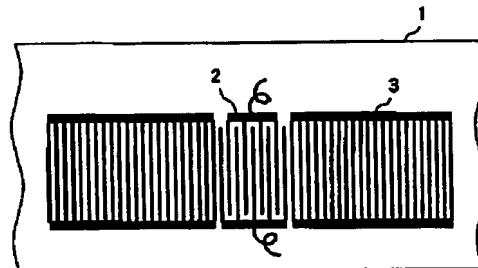
37 絶縁膜

【図1】



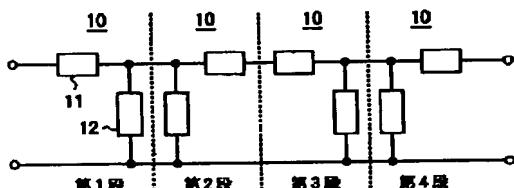
本発明の実施形態の多段梯型 SAW フィルタ

【図2】

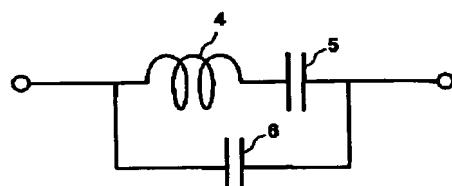


(a) 構造

【図4】



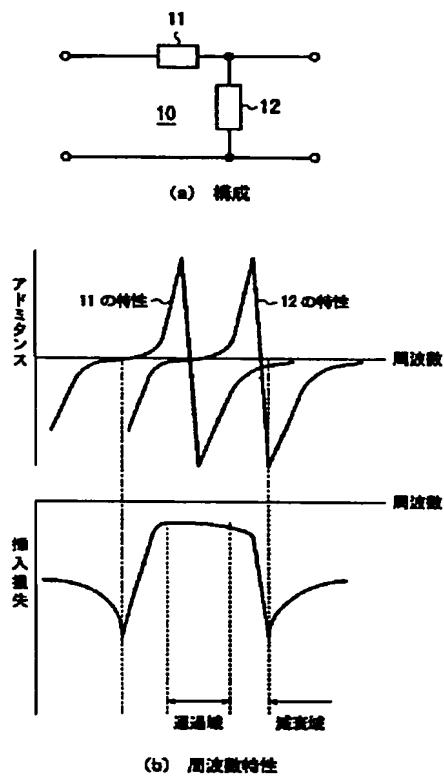
従来の多段定K型 SAW フィルタ



(b) (a)の等価回路

従来の SAW 共振子

【図3】



従来の1段定K型SAWフィルタの原理

【図5】

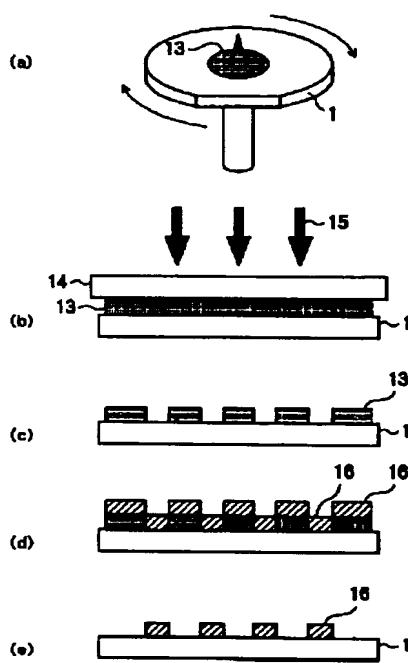
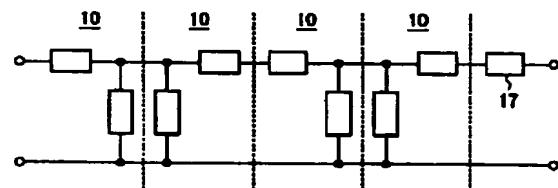


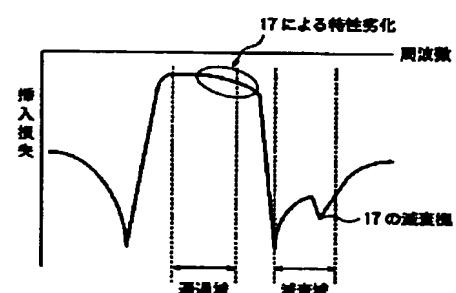
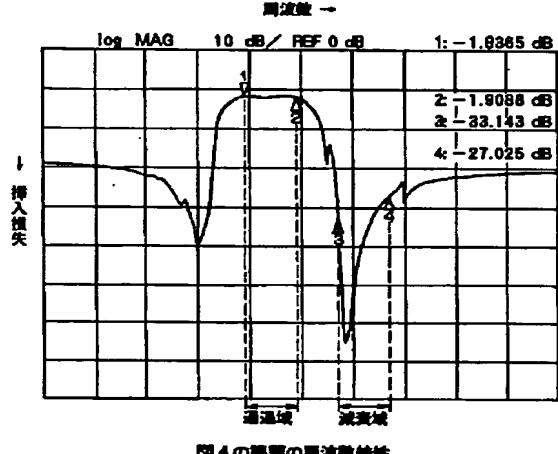
図4のSAWフィルタの製造工程

【図7】

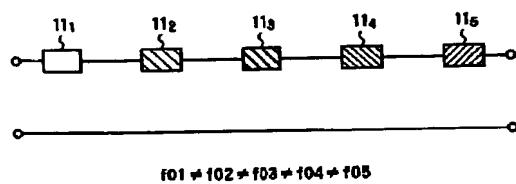


多段定K型SAWフィルタの例

【図8】



【図 9】



従来の帯域阻止型フィルタ

【図 11】

【図 10】

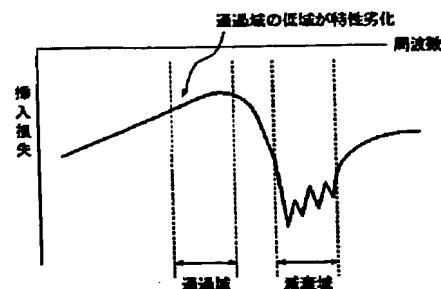


図 9 の周波数特性

【図 12】

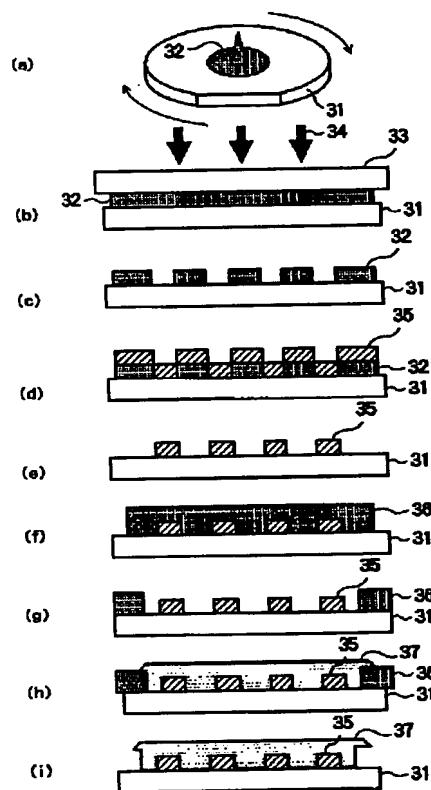


図 1 の製造工程

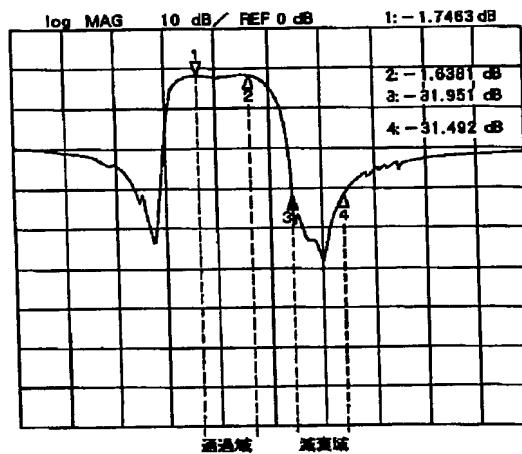


図 1 の周波数特性

フロントページの続き

F ターム(参考) 5J097 AA13 AA16 AA26 AA29 AA32  
 BB01 BB11 BB17 CC01 DD29  
 FF03 GG03 GG04 HA02 HA07  
 HB04 KK04 KK09